

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi yang begitu pesat dalam hal menciptakan kendaraan baik beroda dua maupun mobil menyebabkan jumlah atau tingginya tingkat pencemaran yang diakibatkan oleh logam berat dari hasil buangan atau limbah kendaraan tersebut (Sastrawijaya, 2000). Pencemaran sendiri dapat diartikan sebagai suatu kondisi atau keadaan yang sudah berubah dari bentuk asal menuju kondisi atau keadaan yang lebih buruk. Perubahan ini disebabkan oleh bahan-bahan pencemar atau polutan. Polutan atau pencemar biasanya bersifat toksis dan ketoksikannya ini menjadi pemicu terjadinya pencemaran (Palar, 1994). Adanya pencemaran lingkungan ini bisa mengakibatkan gangguan kesehatan manusia. Sehingga kelangsungan hidup masyarakat sangat tergantung pada pengetahuan dan proses interaksi di dalam ekosistem (Darmono, 1995).

Pencemaran dapat terjadi karena asap yang berasal dari cerobong pabrik sampai pada knalpot kendaraan yang telah melepaskan Pb ke udara, yang berlangsung terus-menerus, sehingga kandungan Pb di udara naik secara drastis. Hal ini dibuktikan dengan suatu hasil penelitian terhadap kandungan Pb yang terdapat pada lapisan es di Greenland pada tahun 1969 meningkat drastis (Palar, 1994). Paparan Pb dengan kadar rendah yang berlangsung terus-menerus dalam waktu lama akan menimbulkan dampak klinis. Penelitian mengenai hal ini pernah dilakukan terhadap 130 orang operator-operator SPBU di wilayah Jakarta dengan

cara pengambilan sampel secara proporsional. Variabel yang diukur meliputi hipertensi (dependen) dan kadar Pb dalam darah (independen) (Riyadina, 2001).

Peningkatan jumlah kendaraan baik beroda dua maupun empat menyebabkan semakin bertambahnya tempat-tempat pengisian bensin atau yang biasa disebut pom bensin atau SPBU (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum). SPBU merupakan salah satu tempat terjadinya pencemaran dan terjadi pembuangan gas atau limbah dari kendaraan yang mengandung logam berat seperti misalnya Pb, yang mana Pb merupakan polutan yang paling dominan yang ada di SPBU. Kadar Pb yang ada di udara sekitar SPBU tersebut kemungkinan akan terhisap lewat udara atau bahkan menempel pada jaringan tubuh terutama kulit (rambut). Bensin sebagai bahan bakar kendaraan bermotor mengandung komponen Pb yang berbentuk komponen organik (Frank, 1995).

Beberapa SPBU yang berada di kabupaten Karanganyar dipilih menjadi lokasi pengambilan sampel dikarenakan kemungkinan ada cemaran logam Pb yang masuk dalam tubuh para pekerja SPBU di kawasan tersebut. Hingga saat ini belum ada penelitian tentang penentuan kadar Pb di dalam rambut pekerja SPBU di kawasan tersebut. Penelitian ini berdasarkan lokasi dan masa kerja dari pekerja SPBU. Lokasi SPBU Karanganyar dibedakan menjadi dua tempat yaitu ramai dan sepi. Hal ini dikarenakan diharapkan adanya perbedaan kadar Pb di kedua tempat tersebut. Adanya perbedaan masa kerja dikarenakan semakin lama masa kerja dari pekerja SPBU semakin besar kadar Pb yang terkandung dalam rambut pekerja SPBU.

Metode yang digunakan adalah metode analisis secara Spektrofotometri Serapan Atom. Dikarenakan metode Spektrofotometri Serapan Atom mempunyai kepekaan, ketelitian, dan selektivitas yang tinggi sehingga lebih mudah dalam mendeteksi adanya Pb dalam rambut meskipun dalam kadar yang kecil (Khopkar, 1990).

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah rambut pekerja SPBU di Kabupaten Karanganyar terdapat logam Pb?
2. Berapa besar kadar Pb yang terdapat dalam rambut pekerja SPBU di Kabupaten Karanganyar dan kadar Pb untuk pembanding?
3. Apakah ada perbedaan signifikan kadar Pb yang terdapat dalam rambut pekerja SPBU di Kabupaten Karanganyar antara lokasi sepi dan ramai?
4. Apakah masa kerja mempengaruhi besarnya kadar Pb dalam rambut pekerja SPBU?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui ada atau tidaknya timbal (Pb) dalam rambut pekerja SPBU di Kabupaten Karanganyar.
2. Untuk mengetahui besarnya kadar Pb yang terdapat dalam rambut pekerja SPBU di Kabupaten Karanganyar.

3. Untuk mengetahui adanya perbedaan bermakna kadar Pb yang terdapat dalam rambut pekerja SPBU di Kabupaten Karanganyar antara tempat sepi dan ramai.
4. Untuk mengetahui pengaruh masa kerja pekerja SPBU di Kabupaten Karanganyar terhadap besarnya kadar Pb.

D. Tinjauan Pustaka

1. Pencemaran

Pencemaran adalah suatu kondisi atau keadaan yang telah berubah dari bentuk asal menjadi kondisi yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang lebih buruk dapat terjadi sebagai akibat dari masuknya bahan-bahan pencemar atau polutan (Palar, 1994).

Bahan-bahan pencemar atau polutan tersebut pada umumnya mempunyai sifat racun (toksik) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dari polutan yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran (Palar, 1994).

Pencemaran lingkungan kadang-kadang berupa timbunan sampah di pasar-pasar, pendangkalan sungai yang penuh kotoran, ataupun sesaknya napas dikarenakan asap knalpot atau cerobong asap pabrik. Begitu pula dengan terlepasnya gas hidrogen sulfida dari sumber minyak tua. Jadi yang dimaksud dengan pencemar adalah apabila berpengaruh buruk terhadap lingkungan (Sastrawijaya, 2000). Pencemaran yang dapat ditimbulkan oleh limbah ada bermacam-macam bentuk, antara lain berupa bau, warna, suara dan bahkan

pemutusan mata rantai dari suatu tatanan lingkungan hidup yang pada akhirnya akan menghancurkan tatanan lingkungan hidup (Palar,1994).

Limbah merupakan suatu bahan sisa atau bahan buangan yang sudah tidak berguna. Limbah dapat berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat merupakan suatu bahan sisa atau bahan buangan yang tidak berguna dan berbentuk padat. Misalnya berupa kaleng minum, daun bekas pembungkus makanan, kertas-kertas sisa dan lain sebagainya. Dan limbah cair adalah semua jenis bahan sisa yang dibuang dalam bentuk larutan atau berupa zat cair yang berupa busa deterjen dari limbah rumah tangga atau pencucian emas yang mengandung unsur merkuri. Menurut sifatnya, limbah organik merupakan jenis bahan sisa yang dibuang dalam bentuk organik dan dapat terurai habis dalam lingkungan karena adanya organisme-organisme pengurai (Darmono, 2001).

Untuk mencegah besarnya tingkat pencemaran lingkungan baik dalam lingkungan kerja maupun lingkungan masyarakat oleh suatu zat kimia tertentu, khususnya logam berat, perlu dilakukan suatu perencanaan dalam pengelolaan limbah industri agar dampak yang ditimbulkan dapat ditekan serendah mungkin (Sunu, 2001).

2. Logam Berat

Sumber logam alamiah berasal dari kerak bumi yang berupa bahan-bahan murni, organik, dan anorganik. Logam merupakan bahan utama yang dikenal oleh manusia dan digunakan sebagai alat-alat yang berperan penting pada manusia. Logam mula-mula diambil dari pertambangan di bawah tanah (kerak bumi) yang

kemudian dicairkan dan dimurnikan di pabrik menjadi logam-logam murni (Darmono,1995).

Proses biokimiawi dalam tubuh melibatkan unsur-unsur logam yang terkandung di dalamnya. Suatu proses fisiologi yang normal, ion logam esensial berperan aktivitasnya baik dalam ikatan dari protein, enzim, maupun dalam bentuk tenaga lainnya. Manusia yang sehat dalam tubuhnya selalu di temukan ion logam yang normal (Darmono, 1995).

Logam berat adalah komponen alamiah lingkungan yang perlu mendapatkan perhatian akibat bahaya yang ditimbulkannya. Daya toksisitas suatu logam bergantung pada lingkungan. Proses akumulasi logam dalam jaringan terjadi setelah diabsorpsi dari air atau melalui pakan yang terkontaminasi manusia (Darmono, 2001). Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya dapat menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat pula dikatakan bahwa hampir semua logam berat dapat menjadi toksik yang akan meracuni tubuh makhluk hidup. Namun, meski hampir semua logam dapat mengakibatkan keracunan pada makhluk hidup, sebagian dari logam-logam berat itu tetap dibutuhkan oleh makhluk hidup (Palar, 1994).

Logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu saluran pernapasan, pencernaan, dan penetrasi melalui kulit (Darmono, 2001). Logam berat mempunyai karakteristik antara lain memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar (lebih dari 4), mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida dan aktinida, mempunyai respon biokimia khas pada organisme hidup (Palar, 1994).

Logam berat berdasarkan sifat racunnya dapat dikelompokkan menjadi empat golongan yaitu:

- a) Sangat beracun, dapat mengakibatkan kematian atau gangguan kesehatan dalam waktu singkat. Logam tersebut: Pb, Hg, Cd, Cr, As, Sb, Ti, dan U.
- b) Moderat yaitu mengakibatkan gangguan kesehatan baik yang dapat pulih maupun yang tidak dapat pulih dalam waktu yang relatif lama. Logam tersebut: Ba, Cu, Au, Li, Mn, Se, Te, Va, dan Rb.
- c) Kurang beracun, logam ini dalam jumlah yang besar dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Logam tersebut: Bi, Fe, Ca, Mg, Ni, K, dan Zn.
- d) Tidak beracun, yaitu tidak menimbulkan gangguan kesehatan seperti: Al, Na, dan S (Darmono, 1995).

Toksisitas logam banyak berubah bila bentuk asalnya kembali, tetapi kandungan logam berat berubah-ubah tergantung pada kadar pencemaran oleh perbuatan manusia atau perubahan alam seperti erosi. Namun pengaruh pertambangan masih lebih besar daripada erosi alamiah (Frank, 1995).

3. Logam Timbal (Pb)

Pada penelitian ini, logam yang akan diteliti adalah logam timbal (Pb):

a. Penyebaran, sifat dan penggunaan Pb

Timbal atau yang biasa dikenal dengan nama timah hitam, dan dalam bahasa ilmiahnya disebut *plumbum* dan logam ini disimbolkan dengan *Pb*.

Logam ini termasuk dalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atom 207,2 (Palar, 1994).

Logam timbal atau Pb mempunyai sifat-sifat yang khusus:

- 1) Merupakan logam yang lunak, sehingga dapat dipotong menggunakan pisau atau menggunakan tangan dan dapat dibentuk dengan mudah.
- 2) Merupakan logam yang tahan terhadap peristiwa korosi atau karat, sehingga logam timbal sering digunakan sebagai bahan coating.
- 3) Mempunyai titik lebur rendah 327,5.
- 4) Mempunyai kerapukan yang lebih besar dibandingkan dengan logam biasa kecuali emas dan merkuri.
- 5) Merupakan penghantar listrik yang tidak baik.

Dalam air minum juga ditemukan senyawa Pb apabila air tersebut disimpan atau dialirkan melalui pipa yang berasal dari logam Pb. Minuman keras seperti Wiskey juga ditemukan mengandung logam Pb karena tutup dari minuman tersebut terbuat dari alloy logam Pb yang menjadi sumber kontaminasi minuman (Palar, 1994).

Selain kontaminasi Pb pada minuman juga ditemukan kontaminasi Pb pada makanan olahan atau makanan kaleng, makanan yang telah diasamkan dapat melarutkan Pb dari wadah atau alat-alat pengolahannya. Beberapa studi terbatas juga telah menemukan Pb pada tumbuhan (Palar, 1994).

Selain lewat makanan atau minuman, jumlah Pb di udara juga mengalami peningkatan, emisi Pb ke dalam lapisan atmosfer bumi dapat berbentuk gas dan

partikulat. Emisi Pb yang masuk dalam bentuk gas, terutama berasal dari buangan gas kendaraan bermotor. Emisi tersebut merupakan hasil samping dari pembakaran yang terjadi dalam mesin-mesin kendaraan. Timbal merupakan hasil samping dari pembakaran yang berasal dari senyawa *tetrametil-Pb* dan *tetraetil-Pb* yang ditambahkan dalam bahan bakar kendaraan bermotor yang berfungsi sebagai anti ketuk (*anti-knock*) pada mesin-mesin kendaraan (Palar, 1994). Pengurangan kadar Pb dalam bensin pada dasawarsa terakhir menyebabkan penurunan kadar Pb dalam darah manusia (Ganiswara, 1995).

Timbal banyak terdapat atau digunakan dalam industri logam, batu baterai, cat, kabel, karet dan mainan anak-anak. Sedangkan timbal tetraetil digunakan sebagai bahan tambahan dalam bensin. Selain itu, timbal juga terdapat sebagai debu atau uap (Sartono, 2002). Namun, sebagian besar toksisitas Pb diakibatkan oleh pejanan di lingkungan dan industri (Ganiswara, 1995).

Penggunaan timbal terbesar adalah dalam produksi baterai penyimpan untuk mobil, dimana digunakan timbal metalik dan komponen-komponennya. Elektrode dari beberapa baterai mengandung struktur inaktif yang disebut *grid*. Struktur ini merupakan penyangga mekanik dari komponen baterai yang aktif dan merupakan jalur aliran listrik. Bagian yang aktif dari baterai terdiri dari timbal dioksida (PbO_2) dan logam timbal yang terikat pada *grid* (Fardiaz, 1992).

Persenyawaan Pb dengan Cr (*chromium*), Mo (*molibdenum*) dan Cl (*chlor*), digunakan secara luas sebagai pigmen *chrom*. Senyawa silikat timbal (Pb-silikat) yang dibentuk dari intermediet Pb-asetat ($CH_3-COO-Pb-OOCH_3$) digunakan sebagai salah satu bahan pengkilap keramik sekaligus berperan sebagai

bahan tahan api (Palar, 1994). Bentuk-bentuk persenyawaan yang dibentuk oleh Pb dengan unsur kimia lainnya, serta fungsi dari bentuk persenyawaan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Bentuk Persenyawaan Pb dan Kegunaannya (Palar, 1994)

Bentuk Persenyawaan	Kegunaan
Pb + Sb	Kabel telepon
Pb + Sb + Sn + Bi	Kabel listrik
Pb + Ni	Senyawa azida untuk bahan peledak
Pb + Cr + Mo + Cl	Untuk pewarna pada cat
Pb – asetat	Pengkilapan keramik & Bahan anti api
Pb + Te	Pembangkit listrik tenaga panas
Tetrametil – Pb & Tetraetil - Pb	Aditif untuk bahan bakar kendaraan bermotor

b. Farmakokinetika Pb

Bentuk-bentuk kimia dari senyawa-senyawa Pb, merupakan faktor penting yang mempengaruhi tingkah laku Pb dalam tubuh manusia. Senyawa-senyawa Pb organik lebih mudah untuk diserap tubuh melalui selaput lendir atau melalui lapisan kulit, apabila dibandingkan dengan senyawa-senyawa Pb anorganik (Palar, 1994).

Bukan berarti semua senyawa Pb dapat diserap oleh tubuh, melainkan hanya sekitar 5-10% dari jumlah Pb yang masuk melalui makanan atau sebesar 30% dari jumlah Pb yang terhirup yang akan diserap oleh tubuh (Palar, 1994). Melalui peredaran darah, menyebar ke berbagai jaringan lain seperti ginjal, hati, otak, syaraf dan tulang. Timbal yang masuk terutama akan diekskresikan melalui usus besar dan ginjal, dimana konsentrasi urin sebanding dengan konsentrasi dalam plasma (Ganiswara, 1995). Timbal dapat juga diekskresikan melalui ASI dan keringat serta ditimbun dalam rambut dan kuku (Ganiswara, 1995).

Absorpsi Pb terutama melalui saluran pencernaan (makanan) dan saluran pernafasan (udara). Absorpsi melalui usus pada orang dewasa kira-kira 10% dan pada anak-anak 40%. Absorpsi Pb yang dihirup tergantung dari bentuk dan kadar Pb. Kira-kira 90% partikel Pb di udara diabsorpsi melalui saluran nafas. Pb anorganik mula-mula terdistribusi di jaringan lemak, terutama pada ginjal dan hati. Pb mengalami redistribusi ke dalam tulang, gigi, dan rambut. Sejumlah kecil Pb anorganik tertimbun di dalam otak, hampir semua Pb anorganik terikat dengan eritrosit dalam sirkulasi. Apabila kadar Pb relatif tinggi dalam sirkulasi, maka Pb akan ditemukan dalam plasma (Ganiswara, 1995).

c. Keracunan Pb

Keracunan yang disebabkan oleh persenyawaan logam Pb dapat terjadi karena masuknya logam tersebut ke dalam tubuh melalui beberapa jalur yaitu melalui makanan dan minuman, udara dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit (Palar, 1994). Keracunan Pb yang terjadi biasanya disebabkan melalui inhalasi uap Pb (Ganiswara, 1995).

Efek toksik timbal terutama pada otak dan sistem saraf pusat. Kadar timbal dalam otak dan hati dapat 5 sampai 10 kali pada kadarnya dalam darah. Akibat keracunan timbal ialah gangguan sistem saraf pusat. Saluran cerna dan dapat juga timbul anemia. Keracunan akut dapat terjadi melalui mulut, suntikan, senyawa timbal yang larut, atau absorpsi melalui kulit yang terjadi dengan cepat. Gejala yang timbul antara lain rasa logam, sakit perut, muntah, diare, feses berwarna hitam, oliguria, kolaps, dan koma (Sartono, 2002).

Keracunan kronik dapat terjadi melalui menghirup partikel timbal atau senyawa timbal organik. Gejala yang timbul adalah mula-mula nafsu makan berkurang, berat badan turun, apatis, iritasi, kadang-kadang muntah-muntah, lelah, sakit kepala, badan lemah, rasa logam, garis-garis hitam pada gusi dan dapat mengakibatkan anemia. Pada wanita dapat terjadi gangguan siklus haid selain aborsi (Sartono, 2002).

Senyawa Pb yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan dan minuman akan ikut dalam proses metabolisme tubuh. Namun demikian, jumlah Pb yang masuk bersama makanan dan atau minuman ini masih mungkin ditolerir oleh lambung disebabkan asam lambung (HCl) mempunyai kemampuan untuk menyerap logam Pb. Tetapi meskipun asam lambung mempunyai kemampuan untuk menyerap keberadaan logam Pb, pada kenyataannya Pb lebih banyak dikeluarkan oleh tinja (Palar, 1994).

Pada jaringan dan atau organ tubuh, logam Pb akan terakumulasi pada tulang. Karena logam Pb dalam bentuk ion (Pb^{2+}) mampu menggantikan keberadaan ion Ca^{2+} (kalsium) yang terdapat dalam jaringan tulang. Pada wanita hamil logam Pb akan melewati plasenta dan kemudian ikut masuk dalam sistem peredaran darah janin dan setelah bayi lahir Pb akan keluar bersama air susu (Palar, 1994).

Senyawa Pb organik umumnya masuk ke dalam tubuh melalui jalur pernafasan dan atau penetrasi melewati kulit. Penyerapan lewat kulit ini dapat terjadi disebabkan karena senyawa ini dapat larut dalam minyak dan lemak. Senyawa seperti tetraetil Pb dapat menyebabkan keracunan akut pada sistem saraf

pusat. Meskipun proses keracunan tersebut terjadi dalam waktu yang cukup panjang dengan kecepatan penyerapan yang kecil (Palar, 1994).

Meskipun jumlah Pb yang diserap oleh tubuh hanya sedikit, namun ternyata logam ini menjadi sangat berbahaya. Hal ini disebabkan senyawa-senyawa Pb dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ yang terdapat dalam tubuh (Palar, 1994).

4. Kulit

Kulit merupakan organ tubuh yang penting yang merupakan permukaan luar organisme dan membatasi lingkungan dalam tubuh dengan lingkungan luar. Kulit memiliki ketebalan 0,05–3 mm yang bagian luarnya lebih tebal dibandingkan bagian dalam dan bagian tertutupnya (Mutschler, 1991).

Fungsi kulit:

- a. Melindungi jaringan terhadap kerusakan kimia dan fisika, terutama kerusakan mekanik dan terhadap masuknya mikroorganisme.
- b. Mencegah terjadinya pengeringan berlebihan akan tetapi penguapan air secukupnya tetap terjadi.
- c. Bertindak sebagai pengatur panas dengan melakukan konstruksi dan dilatasi pembuluh darah kulit serta pengeluaran keringat.
- d. Dengan pengeluaran keringat ikut menunjang kerja ginjal.
- e. Bertindak sebagai alat pengindra dengan reseptor yang dimilikinya yaitu reseptor tekan, suhu dan nyeri (Mutschler, 1991).

Kulit terdiri atas :

- a. Bagian ektoderm yaitu *epidermis* (kulit luar) dengan kelengkapannya (kelenjar, rambut, kuku)
- b. Bagian jaringan ikat, yaitu *korium* (kulit jangat)

Epidermis dan korium bersama-sama disebut kutis. Di bawah kutis terdapat subkutis (jaringan kulit dalam, Tela Subcutanea) yang langsung terdapat di bawahnya (Mutshler, 1991). Absorpsi melalui kulit dapat terjadi karena kulit mempunyai celah anatomis yang dapat menjadi jalan masuk zat-zat yang melekat di atasnya masuk ke dalam kulit. Celah itu adalah:

- 1) Celah antar sel epidermis

Meskipun tersusun berlapis dan satu sama lain terikat oleh jembatan antar sel (*intercellular bridges*), masih mempunyai celah yang dapat dilalui oleh molekul kosmetika.

- 2) Celah folikel rambut

Lubang keluar folikel rambut biasanya juga merupakan lubang keluar kelenjar palit. Lubang ini merupakan celah yang dapat dilalui oleh molekul kosmetika.

- 3) Celah antar sel saluran kelenjar keringat juga merupakan jalan masuk molekul kosmetika (Wasitaatmadja, 1997).

Tetapi molekul tersebut dapat masuk ke dalam kulit secara kimiawi melalui proses difusi dan osmosis hipertonik atau hipotonik. Pada keadaan tertentu proses ionisasi elektrolit juga membantu terjadinya absorpsi oleh kulit (Wasitaatmadja, 1997).

5. Rambut

Rambut merupakan benang keratin yang mudah dibengkokkan dan terpasang dengan kuat pada kulit dan mempunyai tebal 5-200 μm . Bagian yang menonjol di atas kulit disebut helai rambut, bagian di dalam rambut disebut akar rambut. Bagian ini terdapat dalam kantung epitel permukaan yaitu folikel rambut dan diujungnya ada papila rambut yang bertugas melakukan pasokan makanan dan membentuk umbi. Umbi rambut mengandung sel matrik yang belum berdiferensiasi dan melanosit, dari sini rambut tumbuh 0,4 mm per hari. (Mutschler, 1991).

Rambut akan tumbuh seperti batang hampir di seluruh tubuh dan mempunyai sel yang bermitosis dan berdiferensiasi.

Pertumbuhan rambut terjadi dalam 3 fase:

- a. Fase anagen, yaitu fase awal pertumbuhan dimana sel germinatif melakukan pembelahan aktif di sekitar dermal papila dan mulai membentuk folikel di sertai dengan melanin.
- b. Fase katagen, yaitu pertumbuhan sel germinatif mulai melambat dan berhenti saat calon rambut mulai muncul ke permukaan.
- c. Fase telogen, yaitu fase dimana rambut sudah mulai tumbuh secara normal dan menetap, waktu hidup rambut sekitar 3 tahun (Harahap, 2000).

Pertumbuhan rambut kepala rata-rata 0,35 mm/hari (Harahap, 2000).

Rambut pada kulit kepala berfungsi untuk perlindungan terhadap perubahan-perubahan cuaca dan sebagai penghias (Sunu, 2001).

6. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) atau *Atomic Absorption Spectrophotometry* merupakan suatu metode yang berguna pada penentuan beberapa logam dalam jumlah kecil. Di dalam suatu nyala atom terbanyak lebih berada dalam keadaan elektronik dasar daripada dalam keadaan tereksitasi (Day dan Underwood, 1999).

Metode SSA adalah salah satu metode analisis yang dapat digunakan untuk mendapatkan unsur-unsur suatu bahan dengan kepekaan serta selektifitas yang tinggi sehingga dapat digunakan menganalisa sampai dalam jumlah yang kecil. Metode SSA ini sangat tepat untuk menganalisis zat pada konsentrasi yang rendah. Teknik ini mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan metode spektroskopi emisi konvensional (Khopkar, 1990). Metode ini pertama kali dikembangkan oleh Walsh Alkamede dan Melatz (1995) yang ditujukan untuk analisis logam renik dalam sampel yang dianalisis. Akan tetapi meskipun metode ini mengeksitasi atom sampai temperatur 2500°C namun masih banyak atom yang berada dalam keadaan bebas (Mulya dan Suharman, 1995).

Komponen-komponen dasar dari alat spektrofotometri serapan atom, yaitu: sumber radiasi, tabung katoda cekung, pemotong berputar dan motor, nyala (bahan bakar oksigen), monokromator, detektor, penguat arus searah, pencatat (Day dan Underwood, 1999).

a. Prinsip Analisis Spektrofotometri Serapan Atom

Metode SSA adalah suatu metode analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat tenaga dasar

(*ground state*). Penyerapan tersebut menyebabkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat tenaga yang lebih tinggi (Gunandjar, 1985).

Prinsip spektrofotometri serapan atom adalah absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu tergantung pada sifat unsurnya. Cahaya pada panjang gelombang ini mempunyai energi yang cukup untuk mengubah orbital elektron suatu atom. Transisi elektron suatu unsur bersifat spesifik. Dengan absorpsi energi, berarti mempunyai energi yang lebih untuk mengubah elektron suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Garis-garis lain yang bukan garis resonansi dapat berupa pita-pita lebar ataupun garis tidak berasal dari eksitasi tingkat dasar yang disebabkan proses atomisasi (Khopkar, 1990).

Cara kerja alat ini berdasarkan penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow cathode lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya. Dalam analisis logam dengan menggunakan sistem ini sampel diatomisasi pada alat *atomizer* melalui nyala api dengan bahan bakar asetilen murni (Darmono, 1995).

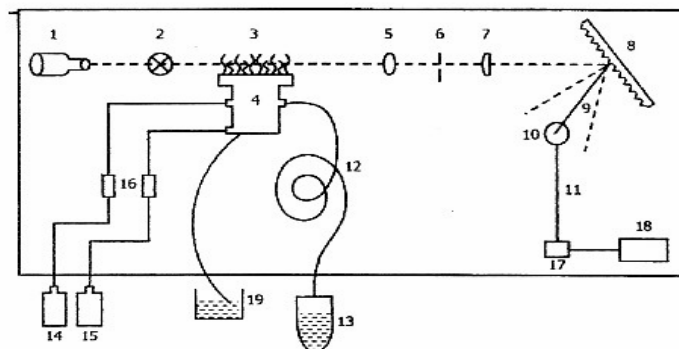
Keberhasilan dari analisis AAS tergantung pada proses eksitasi dan cara memperoleh garis resonansi yang tepat. Temperatur nyala harus tinggi. Pengendalian temperatur nyala penting sekali. Hal ini membutuhkan kontrol

tertutup dari temperatur yang digunakan untuk eksitasi kenaikan temperatur efisiensi atomisasi (Khopkar, 1990).

b. Instrumentasi

1) Sumber

Sumber radiasi yang digunakan lampu katoda rongga (*Hollow cathode lamp*) yang mengeluarkan radiasi resonansi dari unsur yang dianalisa. Biasanya elektroda terdiri dari wolfram dan katoda rongga dilapisi dengan unsur murni atau campuran unsur murni dari unsur yang akan dianalisa. Tabung lampu dan jendela terbuat dari silika atau kwarsa, diisi dengan gas pengisi yang dapat menghasilkan proses ionisasi. Pemancaran radiasi resonansi terjadi bila kedua elektroda diberi tegangan, dan arus listrik yang terjadi menimbulkan ionisasi gas-gas pengisi. Ion-ion gas yang bermuatan positif ini menembaki atom-atom yang terdapat pada katoda yang menyebabkan tereksitasinya atom-atom tersebut. Di muka lampu katoda rongga terdapat komponen yang disebut *chopper* (baling-baling) yang berfungsi mengatur frekuensi radiasi resonan yang dipancarkan dari lampu katoda rongga, sehingga tenaga radiasi ini oleh *photomultiplier* dapat diubah menjadi tenaga listrik (Gunandjar, 1985).



Keterangan: 1) Lampu katoda, 2) Chopper, 3) Nyala, 4) Atomizer, 5) Lampu kondensor, 6) Celah/slit, 7) Lensa kolimating, 8) Kisi defraksi, 9) Sinar defraksi, 10) Celah keluar sinar, 11) Foto tube, 12) Slang penghisap cairan, 13) Cairan sampel/standar, 14) Asetilen (C_2H_2), 15) Udara, 16) Flow meter, 17) Amplifier, 18) Recording digital, 19) Pembuangan cairan.

Gambar 1. Bagan dan sistem kerja alat SSA (Darmono, 1995)

2) Pembakar dan Tanur

Sistem *pengabut-pembakar pra campur* (*premix nebulizer-burner*) aliran oksidan melewati ujung atas suatu tabung kapiler menarik sampel dari dalam wadah dan memecahkannya menjadi tetes-tetes halus yang mirip dengan kerja penyemprot parfum. Nilai absorban yang diperoleh untuk konsentrasi analit tertentu dalam larutan sampel asli tergantung pada efisiensi pengabutan dalam kamar pra campur dan temperatur. Pembakar lain yang kadang-kadang digunakan adalah *pembakar-penghembus integral dan konsumsi- total*, yang mula-mula dikembangkan untuk kerja pancaran nyala. Larutan sampel disedot lewat pipa kapiler tengah oleh aliran udara atau oksigen lewat ujung yang diruncingkan dari pipa dalam nyala oleh gas-gas yang berdesakan.

3) Komponen-komponen lain

Komponen lain dari spektrofotometri serapan atom sifatnya adalah konvensional. Monokromator dapat melewatkan garis resonan yang dipilih, tanpa dibarengi garis-garis lain dalam spektrum sumber cahaya yang timbul dari katoda logam. Detektor yang digunakan adalah tabung pengganda-foton, karena garis-garis umumnya terletak dalam daerah UV-tampak dari spektrum. Alat baca dapat berupa galvanometer sederhana,

voltmeter digital, atau potensiometer perekam pena tinta (Day dan Underwood, 1999).

c. Atomisasi

Pada Spektrofotometri Serapan Atom, alat atomisasi terdiri dari *Nebulizer* (Sistem pengabuan) dan *Burner* (Sistem pembakaran), sehingga sistem atomisasi biasa disebut sistem pengabut pembakaran (*Burner Nebulizer System*) (Gunandjar, 1985).

Atomizer nyala terdiri atas:

- 1) *Nebulizer*, yang berfungsi mengubah larutan menjadi uap (Butiran-butiran kabut), dengan cara menarik larutan cuplikan ke atas melalui suatu pipa kapiler dengan pengisapan pancaran gas bahan bakar dan gas oksidan, disemprotkan ke ruang pengabut. Partikel-partikel kabut yang halus kemudian bersama-sama gas aliran bahan bakar masuk ke dalam nyala, sedang titik kabut yang besar dialirkan melalui saluran pembuangan (Gunandjar, 1985).
- 2) *Burner*, Pada sistem ini terjadi atomisasi yaitu pengubahan kabut atau uap garam unsur yang akan dianalisa menjadi atom-atom normal di dalam nyala (Gunandjar, 1985).

d. Pemilihan Panjang Gelombang

Panjang gelombang menunjukkan bilangan tertentu yang spesifik untuk suatu unsur. Pemilihan panjang gelombang resonansi yang dapat digunakan untuk pengukuran pada SSA berkisar antara 180-380 nm (Willard, 1988). Sinar ini

spesifik untuk setiap sinar yang diteruskan akan berkurang intensitasnya yang sesuai dengan kadar atom yang berada pada nyala (Soemarno, 2002).

e. Analisa Kuantitatif

Spektrofotometri serapan atom kegunaannya lebih ditentukan untuk analisis kuantitatif logam-logam alkali dan alkali tanah. Untuk maksud ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- 1) Larutan sampel diusahakan seencer mungkin, kadar unsur yang dianalisis tidak lebih dari 5% dalam pelarut yang sesuai. Larutan yang dianalisis lebih suka diasamkan atau kalau dilebur dengan alkali tanah terakhir harus diasamkan lagi.
- 2) Sebaiknya dihindari pemakaian pelarut aromatik atau halogenida. Pelarut organik yang umum dipakai adalah keton, ester, dan etil asetat atau pelarut-pelarut untuk analisis (p.a).
- 3) Dilakukan perhitungan atau kalibrasi dengan zat standar, sama seperti pada pelaksanaan spektrofotometri UV-VIS (Mulya dan Suharman, 1995).

E. Landasan Teori

Pencemaran terjadi karena asap yang berasal dari cerobong pabrik sampai pada knalpot kendaraan yang melepaskan Pb (Timbal) ke udara yang berlangsung terus-menerus, sehingga kandungan Pb di udara naik secara drastis. Hal ini pernah dibuktikan dengan suatu hasil penelitian terhadap kandungan Pb yang terdapat pada lapisan es di Greenland pada tahun 1969 meningkat drastis (Palar, 1994).

F. Keterangan Empiris

Terdapat kandungan cemaran logam Pb pada rambut pekerja SPBU di Karanganyar dan adanya perbedaan kadar cemaran logam Pb pada rambut pekerja SPBU di Karanganyar antara tempat ramai dan sepi, serta adanya perbedaan kadar Pb pada masing-masing masa kerja dari pekerja SPBU di Karanganyar.